

## Аналіз проблем експлуатації повітряних ліній електропередач

О.Д. Мазій, В.Ф. Рой, д.ф-м.н.,проф.

*Харківська національна академія міського господарства*

Надійність роботи повітряних ліній електропередач (ПЛЕ) безпосередньо залежить від їх технічного стану, який, в свою чергу, залежний від терміну експлуатації і тих зовнішніх факторів, які впливають на елементи ліній. ПЛЕ України експлуатуються в районах з різними кліматичними зонами і підлягають впливу кліматичних факторів різного характеру та інтенсивності. Одним з найбільш небезпечних серед цих факторів, що є причиною масового пошкодження ПЛЕ, є екстремальні ожеледно-вітрові навантаження. Статистика аварій свідчить, що сумісна дія вітру та ожеледі призводить до значно більшого проценту аварійних відключень ліній, ніж дія інших кліматичних факторів. Особливо це відноситься до деяких специфічних кліматичних зон України, таких, як Одеська, Донецька та Луганська області, де ці фактори проявляються найбільш інтенсивно. Тому завданням проектувальників і експлуатаційників є ретельне вивчення усіх діючих кліматичних факторів, притаманних даному регіону з метою розробки заходів ефективної протидії наслідкам цих негативних дій, та забезпечення безперебійності роботи електричних мереж.

Метою даної роботи було проведення аналізу ефективності існуючих методів оцінки стану ПЛЕ та методів об'єктивної оцінки параметрів діючих факторів кліматичних навантажень в умовах тривалого строку експлуатації існуючих ліній електропередач.

Важливою проблемою електроенергетики України є те, що значна кількість ПЛЕ знаходиться в експлуатації понад 40 років і їх технічний стан не відповідає сучасним вимогам щодо надійності та безвідмовності в роботі. Це пояснюється тим, що основна частина ПЛЕ була побудована на старій нормативній базі, яка не враховувала деяких факторів зовнішнього середовища і деградації параметрів елементів лінії в процесі експлуатації. Проведені дослідження свідчать, що понад 50% конструкцій ПЛЕ не відповідають вимогам УкрПУЕ, а реальні наванта-

ження на конструкції в багатьох випадках перевищують розрахункові на 5-15%. Складність оцінки кліматичних навантажень при проектуванні реконструкції існуючих ПЛЕ полягає в необхідності визначення реальних на даний час параметрів лінії, яка в процесі експлуатації втратила свої первинні якості. Але не зважаючи на це, задача по проектуванні реконструкції лінії є актуальною, оскільки витрати на реконструкцію можуть бути на порядок менші, ніж на спорудження нових ліній. Нормативні документи Держбуду України, що регламентують порядок обстеження технічного стану конструкцій, внаслідок специфіки ПЛЕ, непридатні для визначення параметрів кліматичних навантажень, тому не дають змогу зробити висновки про поточний рівень експлуатаційної надійності лінії. Окрім того, вони не враховують зміну властивостей матеріалів в процесі експлуатації, ступень впливу того чи іншого пошкодження на несучу здатність конструкцій, можливі відхилення кліматичних навантажень від розрахункових.

Для підвищення надійності визначення ожеледних навантажень на ПЛЕ використовують статистичні ряди річних екстремумів величин навантажень на даній території. На основі отриманих річних максимумів визначаються по зростаючим величинам інтегральні статистичні функції для кожного елемента ПЛЕ і розраховується щорічна імовірність її не перебільшення:  $\ln d = f(\ln \cdot \ln F(d))$ , тут  $d$  – товщина стінки ожеледі,  $F(d)$  – імовірність її не перебільшення. В якості джерел інформації про ожеледні навантаження використовують статистичні інтегральні функції розподілу річних максимумів товщини стінок ожеледі по даним метеостанцій і їх обробки у вигляді карт районів по ожеледі. Встановлено, що розподіл по території кількості пошкоджень опор в енергосистемах безпосередньо характеризує також і розподіл ожеледно-вітрових навантажень, зменшення розрахункового навантаження призводить до збільшення площ територій, на яких пошкоджуються елементи ПЛЕ при надрозрахункових навантаженнях.

Проведений аналіз аварій ПЛЕ свідчить, що ожеледні навантаження мають екстремум, на території якого відбувається найбільша кількість зруйнованих ліній. Діюча методика побудови регіональних ожеледних навантажень дає перевищене значення величини імовірності неперевикнення навантаження, тому аварії відбу-

ваються частіше що пояснюється, також, не врахуванням так званих «викидів» навантаження. Для визначення надійності ПЛЕ необхідно оцінку нормативних значень атмосферних навантажень і оцінку щорічної імовірності їх неперевикнення визначати по одній інтегральній статистичній функції, складеної з річних максимумів навантаження на цій території. Для вирішення цієї проблеми можуть бути задіяні імовірнісні підходи щодо визначення надійності на базі показників імовірності відмов, або неперевикнення кліматичних навантажень.

Згідно УкрПУЕ надійність лінії визначається як функція кліматичних навантажень з середнім заданим періодом повторності і строку експлуатації ПЛЕ. В якості кількісної характеристики безвідмовності прийнята імовірність не перевикнення розрахункового навантаження за середній строк служби. Однак відсутні критерії оцінки поточного технічного стану елементів ліній, тому необхідна розробка чітких умов щодо проведення паспортизації діючих ПЛЕ. Для цього необхідно проводити визначення навантаження і перерахунок основних елементів ліній: – опор, проводів, тросів в залежності від остаточного строку служби. Визначення навантажень повинно здійснюватись обов'язково з врахуванням мікрокліматичних та топографічних особливостей місцевості. Такий підхід не гарантує неперевикнення екстремального навантаження, але знижує імовірність появи її до прийнятно низького рівня. Основою для визначення навантажень згідно УкрПУЕ в класах 1КБ – 3КБ, є карти районів кліматичних навантажень зі середній повторюваністю 1 раз в 50 років (так звані характеристичні навантаження). На основі обробки статистичних рядів максимальної сили вітру з ожеледдю усіма метеостанціями України (біля 200 одиниць) за останні 45 років і досліду аварій за рахунок перевикнення кліматичних навантажень створені карти кліматичного районування для характеристичних навантажень, що дають змогу з високою точністю відобразити сумісну дію цих двох факторів для усіх регіонів.

Найбільш перспективним напрямком забезпечення безвідмовної роботи електромереж, є шлях вдосконалення методів прогнозування надійності ПЛЕ та моніторинг технічного стану на протязі усього строку її експлуатації.

При наявності остаточного строку служби ПЛЕ після реконструкції, згідно УкрПУЕ, можлива корегування базового періоду повтору характеристичних значень

ожеледно-вітрових навантажень, що дає змогу суттєво знизити їх розрахункові параметри. Дана методика ґрунтується на базі статистичної невизначеності, що дає змогу прогнозувати безвідмовний строк експлуатації ПЛЕ, які знаходяться в експлуатації тривалий час і визначити оптимальні строки проведення ремонтно-поновлюваних робіт на лінії. З врахуванням статистики відмов по даному об'єкту можливе збільшення строку експлуатації ПЛЕ, що дозволить обґрунтовано продовжити ресурс ПЛЕ та оптимізувати співвідношення втрат на реконструкцію з гарантією безаварійної роботи. Використання цієї методики дозволяє визначати як необхідні конструкційні параметри елементів ПЛЕ, так і оптимізувати навантаження і, таким чином, мінімізувати фінансові витрати на реконструкцію ліній.